

Preengorde de lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 sometido a diferentes regímenes de alimentación

J. L. Rodríguez, B. F. Souto y J. M. Quintáns

Instituto Galego de Formación en Acuicultura (IGaFA). Punta Niño do Corvo, s/n. E-36626 Illa de Arousa (Pontevedra), España. Correo electrónico: xose.luis.rodriguez.villanueva@xunta.es

Recibido en octubre de 2005. Aceptado en noviembre de 2005.

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo es comparar el crecimiento de tres lotes de lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858 con un peso inicial aproximado de 17 g y una talla de 11 cm y que fueron alimentados con tres regímenes diferentes de alimentación: diurna, nocturna y durante todo el día. En los tres lotes se suministró idéntica tasa de alimentación y número de tomas. La experiencia duró 103 días y los resultados no muestran diferencias entre los tres lotes, alcanzando al final de la experiencia pesos y tallas medias similares (pesos entre 83 y 87 g y una talla en torno a 18 cm). El análisis de los resultados indica que el crecimiento del lenguado no se encuentra influido por el momento del día en que se le suministra el alimento, a pesar de los hábitos nocturnos de alimentación que se reflejan en la bibliografía sobre esta especie. Se realizaron análisis de regresión lineal y se aplicó el test de coeficientes de correlación de Pearson para confirmar estadísticamente la similitud entre los tres lotes.

Palabras clave: Lenguado senegalés, preengorde, alimentación, crecimiento, factor de condición, índice de conversión.

ABSTRACT

Pre-ongrowing of Senegalese sole Solea senegalensis Kaup, 1858 under several feeding regimens

The present paper compares the growth rate of three batches of Senegalese sole *Solea senegalensis* Kaup, 1858, fed using three different time schedules: diurnal feeding, nocturnal feeding, and throughout the day. The same feed ratio and dose were applied to each batch. The results show no differences in weight and growth rates among batches after the experimental period of 103 days. Analysis of the results shows that sole's growth is not affected by the time of day chosen for feeding, despite the nocturnal feeding habits reflected in the bibliography of this species. Linear regression analysis and Pearson's correlation coefficient tests statistically confirmed the batches' similarity.

Keywords: Senegalese sole, pre-ongrowing, feeding regimes, growth, condition factor, food conversion rate.

INTRODUCCIÓN

Una de las especies cuyo ciclo de cultivo más se está estudiando es el lenguado senegalés *Solea senegalensis* Kaup, 1858. En los últimos

años han aparecido diferentes publicaciones relacionadas con su preengorde y engorde: García, 2005; Olmedo *et al.*, 2005; Vázquez *et al.*, 2005; Rodríguez y Souto, 2003, 2004; Chereguini *et al.*, 2004. En todas estas experiencias

los peces fueron alimentados con piensos secos comerciales. En este trabajo se muestran los resultados del preengorde de lenguados sometidos a tres regímenes de alimentación diferentes: diurna, nocturna y durante todo el día; se intenta, así, contribuir al conocimiento de la influencia del horario de suministro del alimento en su crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realizó con tres lotes de 100 peces cada uno que se distribuyeron en sendos tanques de poliéster de 1 m² de base, en sistema de circuito abierto, con suplemento de aireación mediante difusores cerámicos y con temperatura controlada a 19 °C.

Para la alimentación se empleó pienso seco comercial de la casa Skretting, que se suministró diariamente mediante comederos automáticos del modelo Arvotec. El lote 1, inicialmente con un peso medio de 17,44 g y una talla media de 11,18 cm, solo se alimentó durante el día (alimentación diurna, desde las 08:00 hasta las 20:00 h); el lote 2, con 16,75 g y 11,00 cm, se alimentó durante la noche (alimentación nocturna, desde las 20:00 hasta las 08:00); y el lote 3, con 17,25 g y 11,06 cm, se alimentó durante las 24 h del día. En cada uno de los regímenes de alimentación, el número de tomas fue 8. La tasa de alimentación fue inicialmente del 2 %, y se redujo a 1,5 % a partir de los 40 g y hasta el final

de la experiencia, incrementándose el tamaño de gránulo desde el inicio hasta el final de la experiencia, que duró 103 días. Diariamente se limpiaron los tanques mediante sifonado y se midieron la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto en el agua de cultivo.

Quincenalmente se realizaron muestreos de talla (cm) y peso (g). Con los datos obtenidos se elaboraron las curvas de crecimiento de talla y peso (figura 1) y se calcularon los siguientes índices de crecimiento.

Factor de condición

$$FC = \frac{\text{peso medio (g)}}{[\text{longitud media (cm)}]^3} \times 100$$

Tasa diaria de crecimiento específico

$$G = \frac{\ln (\text{peso final}) - \ln (\text{peso inicial})}{n.^{\circ} \text{ de días}} \times 100$$

Índice de conversión del alimento

$$IC = \frac{\text{peso del pienso suministrado}}{\text{incremento de biomasa}}$$

Se calcularon tanto los índices parciales para cada intervalo de muestreos como los índices globales, considerando todo el periodo que duró la experiencia (tabla I).

Con la finalidad de comprobar si los resultados de crecimiento (tanto en peso como en

Tabla I. Resultados obtenidos para los tres lotes. (L1): lote 1, alimentación diurna; (L2): lote 2, alimentación nocturna; (L3): lote 3, alimentación las 24 h del día. (FC): factor de condición; (G): tasa diaria de crecimiento específico; (IC): índice de conversión del alimento.

Días	Peso medio (g)			Talla media (cm)			FC			G (%)			IC		
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
0	17,44	16,75	17,25	11,18	11,00	11,06	1,25	1,26	1,28	—	—	—	—	—	—
16	22,86	21,33	21,00	12,08	11,95	11,79	1,30	1,25	1,28	1,69	1,51	1,23	0,96	1,13	1,44
29	28,03	28,33	26,25	13,22	13,04	12,84	1,21	1,28	1,24	1,57	2,18	1,72	1,12	0,77	1,01
44	33,59	33,85	38,05	13,74	13,74	14,27	1,29	1,30	1,31	1,21	1,19	2,47	1,36	1,37	0,62
58	44,20	43,73	45,40	15,11	14,96	15,16	1,28	1,31	1,30	1,96	1,83	1,26	0,71	0,78	1,14
73	56,48	52,99	58,25	16,09	15,76	16,22	1,36	1,35	1,37	1,63	1,28	1,66	0,71	0,98	0,74
88	64,78	65,17	69,71	16,66	16,96	17,15	1,40	1,34	1,38	0,91	1,38	1,20	1,35	0,92	1,02
103	86,14	83,76	87,91	18,29	18,42	18,50	1,41	1,34	1,39	1,90	1,67	1,55	0,67	0,79	0,85
Medias							1,31	1,30	1,32	1,55	1,58	1,58	0,99	0,96	0,97

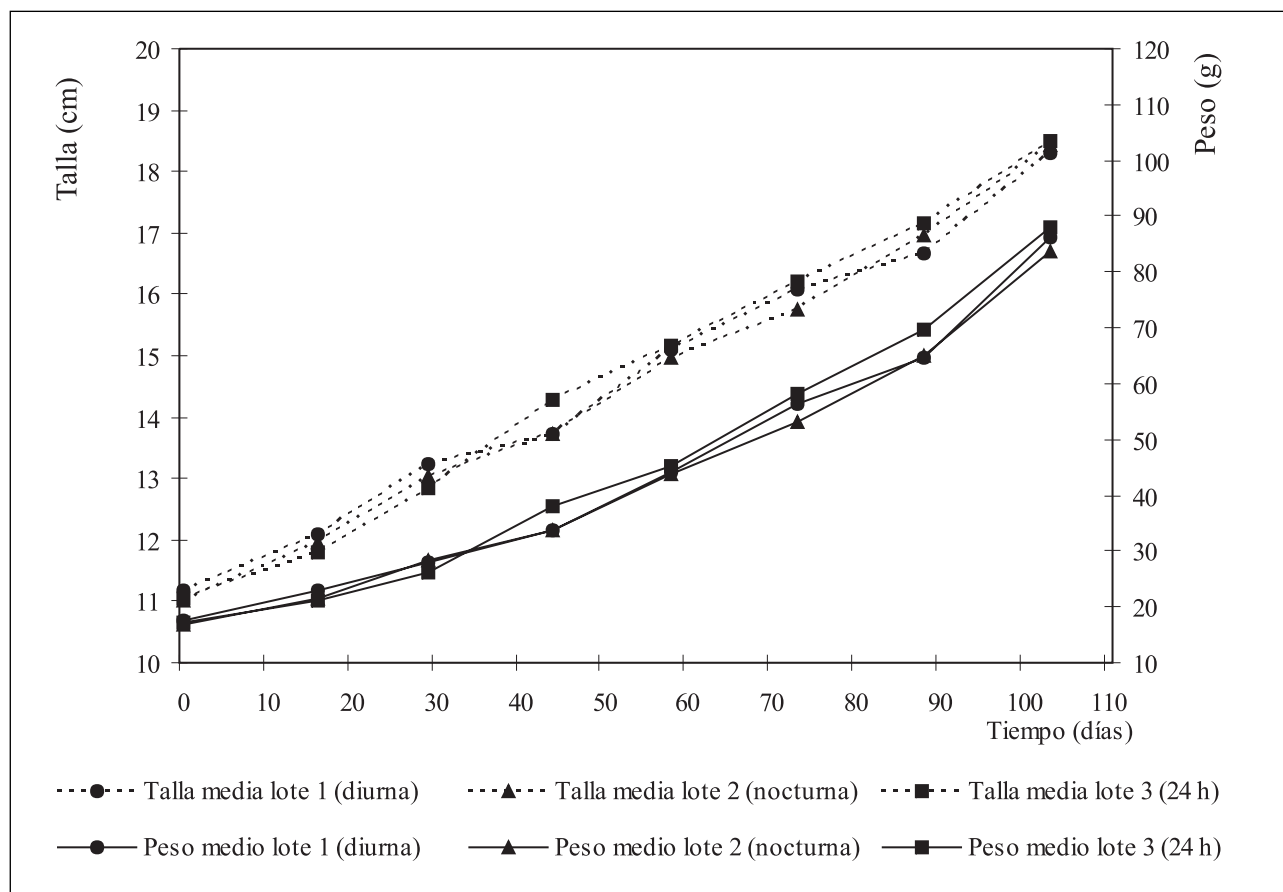


Figura 1. Curvas de evolución de la talla y el peso de los diferentes lotes.

talla) diferían estadísticamente entre los tres lotes, se calcularon y compararon las ecuaciones de modelización del crecimiento de los tres lotes, ajustando los datos a una regresión lineal (tabla II) y aplicando el test de correlación entre los diferentes lotes utilizando los coeficientes de correlación lineal de Pearson (tabla III). Para las pruebas estadísticas se utilizaron las herramientas para el análisis de datos de Microsoft Excel

2002 y el programa Addinsoft XLSTAT (versión 2006.06).

RESULTADOS

No se detectó ningún problema patológico durante la experiencia, y la mortalidad fue nula en todos los lotes.

Tabla II. Ecuaciones de crecimiento para los tres lotes. (R^2): coeficiente de determinación; (R): coeficiente de correlación. Intervalo de confianza: 95 %.

Lotes	Peso	Talla
Lote 1 (alimentación diurna)	$y = 0,6419x + 11,211$ $R^2 = 0,9523$ $R = 0,9758$	$y = 0,0673x + 11,087$ $R^2 = 0,9912$ $R = 0,9955$
Lote 2 (alimentación nocturna)	$y = 0,6301x + 10,868$ $R^2 = 0,9591$ $R = 0,9793$	$y = 0,0704x + 10,862$ $R^2 = 0,9944$ $R = 0,9971$
Lote 3 (alimentación 24 h)	$y = 0,6866x + 10,202$ $R^2 = 0,9667$ $R = 0,9832$	$y = 0,0732x + 10,861$ $R^2 = 0,9961$ $R = 0,9980$

Tabla III. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre los diferentes lotes. Nivel de significación: $\alpha = 0,05$. En todos los casos, $p < 0,001$.

Variables	Peso			Talla		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Peso medio lote 1 (diurna)	1,000					
Peso medio lote 2 (nocturna)	0,998	1,000				
Peso medio lote 3 (24 h)	0,996	0,997	1,000			
Talla media lote 1 (diurna)	0,983	0,984	0,984	1,000		
Talla media lote 2 (nocturna)	0,986	0,989	0,989	0,998	1,000	
Talla media lote 3 (24 h)	0,977	0,980	0,986	0,995	0,996	1,000

El crecimiento en los tres grupos al final de la experiencia fue similar (figura 1). El lote 1 alcanzó un peso medio de 86,14 g, el lote 2 de 83,76 g y el lote 3 de 87,91 g.

Los índices de crecimiento también presentan valores muy próximos (tabla I). Así, el factor de condición medio varió, en los diferentes lotes, entre 1,30 y 1,32, el índice de conversión medio entre 0,96 y 0,99 y la tasa de crecimiento diaria media entre 1,55 y 1,58 %.

Las ecuaciones de modelado del crecimiento en peso y talla y sus coeficientes de ajuste (tabla II) fueron muy similares para los tres grupos. Los coeficientes de determinación (R^2) indican que, estadísticamente, más del 95 % de la variabilidad del peso y más del 99 % de la variabilidad de la talla alcanzada en cada uno de los lotes podría ser explicada por la variable temporal. El resto de la variabilidad es debida a efectos (variables explicativas) que no son tenidos en cuenta en este trabajo –variabilidad genética y (o) ambiental, etc.–. Los elevados coeficientes de correlación de los datos de peso y talla obtenidos en los muestreos de cada lote indican que los datos se ajustan, con muy escasa dispersión, a una correlación lineal positiva.

Para comprobar estadísticamente que los tres lotes presentaban un comportamiento de crecimiento muy similar, tanto en peso como en talla, se realizó un test de correlación lineal de Pearson enfrentando los datos de muestreo de un lote frente a los datos de cada uno de los otros dos (tabla III).

Los altos valores de correlación obtenidos indicarían la similitud en el comportamiento de crecimiento de los tres lotes. En todos los casos, el valor de la probabilidad p fue menor que 0,001. Por tanto, con un nivel de significación $\alpha = 0,05$, al ser el valor de $p < \alpha/2$, se rechaza la hipótesis nula de ausencia de correlación, es

decir: la correlación es significativa. Con un nivel de significación estadística $\alpha = 0,01$, la correlación seguiría siendo significativa, ya que p continuaría menor que $\alpha/2$ (0,005).

DISCUSIÓN

Los valores de los índices de crecimiento son similares a los obtenidos por los autores de este trabajo en experiencias anteriores en las que la temperatura de cultivo se mantuvo a 19-20 °C (Rodríguez y Souto, 2003, 2004) y mejores que los obtenidos por Olmedo *et al.* (2005) en el Centro Oceanográfico de Vigo del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y por Chereguini *et al.* (2004) en el Centro Oceanográfico de Santander del IEO; esto, posiblemente, se deba a que en esas experiencias los ejemplares se mantuvieron a temperatura ambiente, variando entre 11,8 y 20,4 °C en el primer caso y entre 14,5 y 21,0 °C en el segundo.

De los resultados obtenidos en esta experiencia se puede concluir que el crecimiento del lenguado senegalés durante el preengorde es independiente del régimen horario de su alimentación y que uno de los factores que más puede influir en su crecimiento es el mantenimiento de una temperatura controlada en torno a los 19-20 °C.

BIBLIOGRAFÍA

- Chereguini, O., J. Díez, I. García de la Banda y E. Sola. 2004. Ongrowing of Senegal sole *Solea senegalensis* (Kaup, 1958) juveniles using different commercial diets in Cantabria (Northern Spain). En: *Aquaculture Europe 2004. Biotechnologies for Quality. Abstracts* (20-23 de octubre, 2004. Barcelona, España). S. Adam y J. A. Olafsen (eds.). *European Aquaculture Society Special Publication* 34: 229-230.

- García, B. 2005. Aproximación al establecimiento de modelos lineales de interés en el preengorde de lenguado (*Solea senegalensis*). En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Actas* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 371-374. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- Olmedo, M., J. Peleteiro, R. Cal y F. Linares. 2005. Crecimiento de juveniles de lenguado (*Solea senegalensis*, Kaup, 1858) en Galicia. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Actas* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 383-385. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- Rodríguez, J. L. y B. F. Souto. 2003. Engorde de lenguado senegalés (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) en Galicia con temperatura controlada. *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Resúmenes* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 407-409. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- Rodríguez, J. L. y B. F. Souto. 2004. Growth of senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup, 1868) under a controlled temperature and with automatically supplied feeding. En: *Aquaculture Europe 2004. Biotechnologies for Quality. Abstracts* (20-23 de octubre, 2004. Barcelona, España). S. Adam y J. A. Olafsen (eds.). *European Aquaculture Society Special Publication* 34: 687-688.
- Vázquez, R., A. Álvarez, A. Aragón, M. García de Lara, M. T. Mazorra, M. C. Rendón y M. L. González de Canales. 2005. Engorde de juveniles de lenguado *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) utilizando condiciones especiales de cautividad. En: *IX Congreso Nacional de Acuicultura (Cádiz, mayo 2003). La acuicultura como actividad económica en las zonas costeras: Libro de Actas* (12-16 de mayo, 2003. Cádiz, España): 317-319. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla, España.